

文章编号:1673-9469(2008)01-0081-04

## 基于信息熵和灰关联分析的煤矿企业供应商评价选择研究

曹庆奎,李建光,杨艳丽

(河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038)

**摘要:**国有大中型煤矿企业要获得更多的利润和更持久的竞争力,就必须和供应商建立良好的长期合作关系,这就涉及到供应商选择的问题。本文在综合考虑影响煤矿企业供应商选择的因素基础上,建立煤矿企业供应商选择评价指标体系,应用信息熵确定指标的客观性权重,然后应用灰关联分析对煤矿企业供应商选择问题进行综合评价,最后通过实例证明了该算法的可行性和有效性。

**关键词:**煤矿企业;供应商选择;信息熵;灰关联分析;综合评价

**中图分类号:** N941.5

**文献标识码:** A

## Research on the coal mines enterprise suppliers' choice appraisal based on information entropy and gray correlation analysis

CAO Qing-Kui, LI Jian-guang, YANG Yan-Li

(College of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** Index system of coal mine enterprise supplier's choice appraisal was established basing on integrated consideration about the influencing factors of coal mine enterprise suppliers choice appraisal. Synthesizes appraisal of coal mine enterprise suppliers choice were elicited by using information entropy confirm objective index weight, and employing the gray correlation analysis. This algorithm was proven to be feasible and effective.

**Key words:** coal mine enterprise; supplier's choice; information entropy; gray correlation analysis; synthesizes appraisal

对供应商选择问题研究较早的是 Dickson<sup>[1]</sup>。他识别出 20 多个供应商所具有的属性,这些属性是经理们选择供应商时要仔细权衡的。他从 170 个采购经理那里收集到实际数据,分析发现质量、成本、交货期是选择供应商时最重要的三个衡量标准,并一直沿用至今。目前,企业面对众多的物资供应商,往往依据经验,定性地考评和选择供应商,甚至某种程度上存在着部门或个人利益驱动下的采购供应关系。而从供应链管理角度出发,对煤矿企业供应商进行选择评价的研究还较少,并且大部分研究主要侧重于煤矿企业的供应物流的研究<sup>[2]</sup>。

从实践来看,供应商的服务属性在煤炭企业

非常重要,一方面煤矿企业由于工作环境的恶劣,设备极易损坏,经常维修或更换配件,需要供应商提供技术支持。另一方面煤矿企业要在竞争中占据主动,不仅要求作为“中间产业”的供应商能够提供高质量的原材料和设备,而且要在企业技术改造、新技术应用等方面发挥积极的作用,要能够根据企业生产的需要,及时开发更适合企业生产的产品,这就需要供应商必须具备很好的技术实力。因此对煤矿企业的供应商进行选择评价研究具有重要意义。

### 1 煤矿企业的物资供应

随着国际原油价格的上升,市场对于煤炭的

收稿日期:2007-12-03

基金项目:国家自然科学基金(60474019);河北省自然科学基金(F2005000482);河北省百名创新人才支持计划 特约专稿

作者简介:曹庆奎(1963-),男,河北乐亭人,博士,教授,从事管理决策的理论与方法研究。

替代性需求增大,从而使得煤炭价格也有所上扬。统计资料表明,虽然煤炭价格上涨,但由于煤炭企业的生产成本和管理费用的增大,企业的利润并没有大幅度提高。煤矿企业生产成本中的主要部分就是它的采购部分,因此,煤矿企业要想获得更多利润,就必须努力降低它的采购成本。

煤矿企业的采购对象主要是生产建设所需设备、材料、油脂、化工、建材、配件、电线电缆、轴承、标准件等物资<sup>[3]</sup>。由于煤矿企业生产的特殊性,它对物资的质量和供应速度的要求也是极为严格的,因此,各个国有大中型煤矿企业对其物资采购工作是十分重视的<sup>[4]</sup>。在过去很长的一段时间内,煤矿企业的物资采购工作是由相关的采购部门实施的,在实践中,由于很多个人因素的影响,并没有使企业利益实现最大化;在现代市场经济环境中,为了实现规模效益,国有大中型煤矿企业一般采用矿务局(集团)集中采购的模式,从而导致煤矿企业的采购具有数量大、额度高等特点。为了保证煤矿企业物资采购工作的顺利开展以及企业获得最大利益,它应当与一些相关的供应商建立良好的长期合作关系。

## 2 供应商选择的指标体系

与供应商建立长期合作关系的首要前提是选择合适的供应商。对于国有大中型煤矿企业而言,由于物资采购的特殊性和重要性,致使供应商选择问题更是它的重中之重。在现代市场竞争社会中,采购商与供应商之间不再是传统的一般往

来关系,而成为长期的、信息共享的、风险与报酬共担的利益休戚相关的合作伙伴关系,供应商的选择不仅能够影响下游企业的经营,而且能够影响整个链条的效益与竞争力<sup>[5]</sup>。

供应商的选择问题是一个多准则多目标优化问题,需要从多个不同的角度对其进行比较,从而选择合适的供应商,因此,就需要首先建立一个合适有效的供应商选择评价指标体系。由于它涉及诸多方面的影响因素,因此,应针对不同类型的实际情况建立合适的供应商评价指标体系。对国有大中型煤矿企业而言,在结合其实际情况的基础上,须建立煤矿企业供应商选择评价指标体系,如表1所示。

## 3 信息熵

信息论中,信息熵  $H(x) = -\sum P(x_i) \ln P(x_i)$  反映了系统无序化的程度。信息熵越小,系统无序化程度越大;信息熵越大,系统无序化程度越小<sup>[6]</sup>。就供应商选择评价而言,如果某一供应商选择评价指标对于同一行业不同企业其差异程度较小,这说明该指标区分和评价供应商选择的作用也越小,而对应的信息熵则较大,反之亦然,即供应商选择指标重要性的大小可以用“信息熵”来反向度量,可以用“信息熵”给各评价指标赋予相关权重<sup>[7,8]</sup>,从而进行供应商选择评价。用信息熵确定权重的具体步骤如下所示:

设有  $m$  个待评方案,  $n$  项评价指标,形成原始指标数据矩阵  $X = (x_{ij})_{m \times n}$ , 其中  $0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n$ 。

表1 煤矿企业供应商选择评价指标体系

Tab. 1 Index system of coal mine enterprise suppliers' choice appraisal

总目标	一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
煤矿 企业 供应商 选择 评价 指标 体系	质量 $F_1$	产品技术指标 $f_{11}$	供货能力 与资信 $F_4$	供货及时性 $f_{41}$
		全面质量管理情况 $f_{12}$		供货可靠性 $f_{42}$
		产品合格率 $f_{13}$		企业信誉 $f_{43}$
		产品质量体系 $f_{14}$		美誉度 $f_{44}$
	生产能力 $F_2$	技术水平 $f_{21}$	售后服务 $F_5$	服务人员素质与态度 $f_{51}$
		管理水平 $f_{22}$		处理问题的能力 $f_{52}$
		设备状况 $f_{23}$		解决的及时性 $f_{53}$
		人员状况 $f_{24}$		培训与技术支持 $f_{54}$
	价格 $F_3$	性价比 $f_{31}$	环保水平 $F_6$	清洁生产水平 $f_{61}$
		价格的稳定性 $f_{32}$		生命周期内的环保水平 $f_{62}$

(1)对  $x_{ij}$  进行无量纲化处理,即进行归一化处理:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

(2)计算第  $j$  项供应商选择评价指标的熵值:

$$e_j = - \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

(3)计算第  $j$  项供应商选择评价指标的权重,对于给定的  $j$ , 供应商选择评价指标的权重越大, 即评价指标差异越大, 而测评指标熵值越小, 因此

$$u_j = \frac{1}{e_j} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

对  $u_j$  进行归一化处理,使得  $\sum w_j = 1$ , 则权重

$$w = \frac{u_j}{\sum_{j=1}^n u_j} \quad (4)$$

### 4 灰关联分析

供应商选择是企业对供应商各项指标的综合反映,它受到多种因素的影响,而且各种因素之间的联系不完全确知,即具有灰色性。所以,可以利用灰关联理论进行供应商选择评价分析<sup>[9]</sup>,具体步骤如下:

(1)确定分析序列

在对所研究问题定性分析的基础上,确定比较序列(评价对象) $x_i$  和参考序列(评价标准) $x_0, n + 1$  个数据序列矩阵如下:

$$\begin{bmatrix} X_0(1) & X_0(2) & \dots & X_0(n) \\ X_1(1) & X_1(2) & \dots & X_1(n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_m(1) & X_m(2) & \dots & X_m(n) \end{bmatrix}_{(m+1) \times n} \quad (5)$$

其中,评价对象为  $m$  个,评价指标为  $n$  个。

(2)对变量序列进行无量纲化

一般原始数据序列具有不同的量纲或者数量级,为了保证分析结果的可靠性,需要对变量数据进行无量纲化,用初值法进行无量纲化:

$$X'_i(k) = \frac{X_i(k)}{X_0(k)} \times 100 \quad (6)$$

(3)求差序列、最大差和最小差

$$\Delta_{0i}(k) = |X'_0(k) - X'_i(k)| \quad i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

绝对差值阵中最大数和最小数即为最大差和最小差。

(4)确定各指标值对应的权重

在这里应用信息熵确定各指标对应的权重:  $w = \{w_k | k = 1, 2, \dots, n\}$ , 其中,  $w_k$  为第  $k$  个评价指标对应的权重。

(5)计算灰色关联系数

$$\delta_{0i}(k) = \frac{\Delta(\min) + \rho \Delta(\max)}{\Delta_{0i}(k) + \rho \Delta(\max)} \quad (8)$$

其中,  $\Delta(\min) = \min_i \min_k \Delta_{0i}(k)$   $\Delta(\max) = \max_i \max_k \Delta_{0i}(k)$ ;  $\rho$  为分辨系数,一般取 0.5。在 (0,1] 内取值,得关联系数矩阵:

$$\begin{bmatrix} \delta_{01}(1) & \delta_{01}(2) & \dots & \delta_{01}(n) \\ \delta_{02}(1) & \delta_{02}(2) & \dots & \delta_{02}(n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \delta_{0m}(1) & \delta_{0m}(2) & \dots & \delta_{0m}(n) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (9)$$

(6)计算灰色加权关联度

$$r_{0i} = \sum_{k=1}^n w_k \delta_{0i}(k) \quad (10)$$

(7)评价分析

根据灰色加权关联度的大小,对各评价对象进行排序,可建立评价对象的关联序,关联度越大其评价结果越好。

### 5 实证分析

本文以某矿业集团的 5 家有代表性的标准件供应商为例,为了保证评价的有效性和可比性,调

表 2 供应商选择评价指标得分及参考序列

Tab.2 Score and reference list of suppliers' choice appraisal

指标	参考序列	1	2	3	4	5
f <sub>11</sub>	9.5	9.1	8.8	9.3	9.0	9.5
f <sub>12</sub>	9.1	8.6	8.4	9.1	8.5	9.0
f <sub>13</sub>	9.5	9.4	9.3	9.5	9.4	9.2
f <sub>14</sub>	9.5	9.5	9.2	9.4	9.1	9.2
f <sub>21</sub>	9.3	9.1	8.9	9.2	9.1	9.3
f <sub>22</sub>	9.3	9.2	9.1	9.3	8.9	9.1
f <sub>23</sub>	9.1	8.9	8.7	9.1	8.8	8.9
f <sub>24</sub>	9.2	9.1	9.0	9.2	8.9	9.1
f <sub>31</sub>	9.4	9.2	9.1	9.3	9.1	9.4
f <sub>32</sub>	9.5	9.4	9.5	9.3	9.3	9.4
f <sub>41</sub>	9.4	9.2	9.1	9.4	8.9	9.1
f <sub>42</sub>	9.3	9.3	8.9	9.2	9.1	9.2
f <sub>43</sub>	9.4	9.4	9.1	9.2	9.1	9.3
f <sub>44</sub>	9.3	9.2	8.9	9.2	9.1	9.3
f <sub>51</sub>	9.3	9.2	9.1	9.3	9	9.1
f <sub>52</sub>	9.4	9.4	9.1	9.3	9.2	9.3
f <sub>53</sub>	9.3	9.2	9.2	9.1	9.1	9.3
f <sub>54</sub>	9.1	9.0	8.8	8.9	8.9	9.1
f <sub>61</sub>	9.4	9.2	9.3	8.9	9.1	9.4
f <sub>62</sub>	9.2	9.1	8.9	9.0	8.8	9.2

研究对象为该煤矿采购部门以及相关供应商的员工,共发放问卷60份,回收问卷56份,其中有效样本52份,调查以访谈和电话调查为主要形式,调研时请相关人员对影响供应商选择的20个指标在[0,10]范围内进行打分,分值越高表示供应商该项做得越好。采用SPSS统计软件对各指标分数均值进行计算并构成比较序列,选择供应商的每列指标中最大均值作为参考序列,如表2所示。

由表2可得分析序列  $\mu_k = [\mu_k^1, \mu_k^2]$ , 其中

$$\mu_k^1 = \begin{bmatrix} 9.5 & 9.1 & 9.5 & 9.5 & 9.3 & 9.3 & 9.1 & 9.2 & 9.4 & 9.5 \\ 9.1 & 8.6 & 9.4 & 9.5 & 9.1 & 9.2 & 8.9 & 9.1 & 9.2 & 9.4 \\ 8.8 & 8.4 & 9.3 & 9.2 & 8.9 & 9.1 & 8.1 & 9.0 & 9.1 & 9.5 \\ 9.3 & 9.1 & 9.5 & 9.4 & 9.2 & 9.3 & 9.1 & 9.2 & 9.3 & 9.3 \\ 9.0 & 8.5 & 9.4 & 9.1 & 9.1 & 8.9 & 8.8 & 8.9 & 9.1 & 9.3 \\ 9.5 & 9.0 & 9.2 & 9.2 & 9.3 & 9.1 & 8.9 & 9.1 & 9.4 & 9.4 \\ 9.4 & 9.3 & 9.4 & 9.3 & 9.3 & 9.4 & 9.3 & 9.1 & 9.4 & 9.2 \\ 9.2 & 9.3 & 9.4 & 9.2 & 9.2 & 9.4 & 9.2 & 9.0 & 9.2 & 9.1 \\ 9.1 & 8.9 & 9.1 & 8.9 & 9.1 & 9.1 & 9.2 & 8.8 & 9.3 & 8.9 \\ 9.4 & 9.2 & 9.2 & 9.2 & 9.3 & 9.3 & 9.1 & 8.9 & 8.9 & 9.0 \\ 8.9 & 9.1 & 9.1 & 9.1 & 9.0 & 9.2 & 9.1 & 8.9 & 9.1 & 8.8 \\ 9.1 & 9.2 & 9.3 & 9.3 & 9.1 & 9.3 & 9.3 & 9.1 & 9.4 & 9.2 \end{bmatrix}$$

根据式(6)对变量序列进行无量纲化,可得

无量纲化后的分析序列  $\mu'_k = [\mu_k^{1'}, \mu_k^{2'}]$ , 其中

$$\mu_k^{1'} = \begin{bmatrix} 100 & 100 & 100 & 100 & \dots & 100 \\ 95.8 & 94.5 & 98.9 & 100 & \dots & 98.9 \\ 92.6 & 92.3 & 97.9 & 96.8 & \dots & 100 \\ 97.9 & 100 & 100 & 98.9 & \dots & 97.9 \\ 94.7 & 93.4 & 98.9 & 95.8 & \dots & 97.9 \\ 100 & 98.9 & 96.8 & 96.8 & \dots & 98.9 \end{bmatrix}$$

$$\mu_k^{2'} = \begin{bmatrix} 100 & 100 & 100 & 100 & \dots & 100 \\ 97.9 & 100 & 100 & 98.9 & \dots & 98.9 \\ 96.8 & 95.7 & 96.8 & 95.7 & \dots & 96.7 \\ 100 & 98.9 & 97.9 & 98.9 & \dots & 97.8 \\ 94.7 & 97.8 & 96.8 & 97.8 & \dots & 95.7 \\ 96.8 & 98.9 & 98.9 & 100 & \dots & 100 \end{bmatrix}$$

由(7)式可得差序列  $\Delta_k = [\Delta_k^1, \Delta_k^2]$ , 其中

$$\Delta_k^1 = \begin{bmatrix} 4.2 & 5.5 & 1.1 & 0 & 2.2 & \dots & 1.1 \\ 7.4 & 7.7 & 2.1 & 3.2 & 4.3 & \dots & 0 \\ 2.1 & 0 & 0 & 1.1 & 1.1 & \dots & 2.1 \\ 5.3 & 6.6 & 1.1 & 4.2 & 2.2 & \dots & 2.1 \\ 0 & 1.1 & 3.2 & 3.2 & 0 & \dots & 1.1 \end{bmatrix}$$

$$\Delta_k^2 = \begin{bmatrix} 2.1 & 0 & 0 & 1.1 & 1.1 & \dots & 1.1 \\ 3.2 & 4.3 & 3.2 & 4.3 & 2.2 & \dots & 3.3 \\ 0 & 1.1 & 2.1 & 1.1 & 0 & \dots & 2.2 \\ 5.3 & 2.2 & 3.2 & 2.2 & 3.2 & \dots & 4.3 \\ 3.2 & 1.1 & 1.1 & 0 & 2.2 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

并且  $\Delta_{\max} = 7.7$   $\Delta_{\min} = 0$ 。

应用信息熵,根据式(1)-(4),可以确定上述供应商选择评价指标的权重:

$$w^j = (0.051, 0.052, 0.05, 0.049, 0.052, 0.053, 0.051, 0.049, 0.053, 0.052, 0.05, 0.049, 0.049, 0.048, 0.05, 0.052, 0.049, 0.047, 0.046, 0.048)$$

根据式(8),并且取  $\rho = 0.5$ ,可得关联系数矩阵  $\delta(k)$  为  $\delta(k) = [\delta^1(k), \delta^2(k)]$ , 其中

$$\delta^1(k) = \begin{bmatrix} 0.4783 & 0.4118 & 0.7778 & \dots & 0.7778 \\ 0.3422 & 0.3333 & 0.6471 & \dots & 0.5461 \\ 0.6471 & 1 & 1 & \dots & 0.6471 \\ 0.4208 & 0.3684 & 0.7778 & \dots & 0.6471 \\ 1 & 0.7778 & 0.5461 & \dots & 0.7778 \end{bmatrix}$$

$$\delta^2(k) = \begin{bmatrix} 0.6471 & 1 & 1 & \dots & 0.7778 \\ 0.5461 & 0.4724 & 0.5461 & \dots & 0.5385 \\ 1 & 0.7778 & 0.6471 & \dots & 0.6364 \\ 0.4208 & 0.6364 & 0.5461 & \dots & 0.4724 \\ 0.5461 & 0.7778 & 0.7778 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

由上可得该煤矿企业的供应商选择评价的加权灰色关联度,见表3。

表3 供应商加权灰色关联度

Tab.3 Weighted gray correlation degree of suppliers

供应商	1	2	3	4	5
灰色关联度值	0.7531	0.5733	0.7998	0.5568	0.8089

根据灰色关联度越大越好的评价准则,该煤矿企业供应商选择的顺序应该为5-3-1-2-4,这与企业的实际选择情况相符。

### 6 结束语

本文为国有大中型煤矿企业选择供应商提供了一种可行有效的算法,在企业实践中具有较强的应用价值,为煤矿企业的采购部门提供参考依据。由于供应商选择是一个多因素影响的结果,在实际应用中也应该结合企业实际情况进行综合考虑。  
(下转第95页)

- 基酸、短肽的合成及抗肿瘤活性[J]. 高等学校化学学报, 1991, 12(4): 555 - 557.
- [4] 罗毅, 卓仁禧, 范昌烈. 短肽 5-氟尿嘧啶前体药物的合成及其抗肿瘤活性研究[J]. 高等学校化学学报, 1994, 15(4): 545 - 547.
- [5] 刘学军, 陈茹玉, 杨媛媛. 5-氟尿嘧啶-1-基磷二肽化合物的合成及抗癌活性[J]. 天津大学学报, 2001, 34(6): 745 - 748.
- [6] 刘学军, 陈茹玉, 杨媛媛. 5-氟尿嘧啶-1-基磷三肽化合物的合成及抗癌活性研究[J]. 高等学校化学学报, 2002, 23(7): 1299 - 1303.
- [7] 孙昌俊, 王义贵, 陈再成, 等. 糖苷合成研究(IV)\* - 氟尿嘧啶 N-葡萄糖醛酸苷的合成及其抗肿瘤活性[J]. 高等学校化学学报, 1994, 15(8): 1168 - 1171.
- [8] 罗宣干, 卓仁禧, 李满庆. 5-氟尿嘧啶的 D-氨基葡萄糖衍生物的合成及其抗肿瘤活性的研究[J]. 高等学校化学学报, 1996, 17(9): 1416 - 1420.
- [9] 胡泉源, 黄素秋. 5, 10, 15, 20-四[邻(5-氟尿嘧啶-1)乙酰苯胺]苯基卟啉的合成[J]. 湖北医科大学学报, 1998, 19(4): 305 - 307.
- [10] 邱红, 刘彦钦, 韩士田. 双(氯代苯基卟啉)5-氟尿嘧啶化合物的合成[J]. 化学试剂, 2001, 23(6): 346 - 348.
- [11] 刘彦钦, 韩士田, 陈素霞. 新型吡啶卟啉-5-氟尿嘧啶化合物的合成[J]. 应用化学, 2005, 22(2): 219 - 221.
- [12] 刘彦钦, 张慧娟, 韩士田. 5-氟尿嘧啶-卟啉化合物的合成及抗癌活性[J]. 有机化学, 2002, 22(4): 279 - 282.
- [13] 陈涛. 金属卟啉-5-氟尿嘧啶化合物的合成及其生物活性的研究[M]. 石家庄: 河北师范大学出版社, 2004.
- [14] 王彦广, 田暄, 李景新, 等. 具有抗癌活性氟尿嘧啶自旋标记衍生物的合成[J]. 高等学校化学学报, 1992, 13(12): 1561 - 1563.
- [15] 王彦广, 田暄, 李景新, 等. 氟尿嘧啶自旋标记衍生物的合成与抗肿瘤活性[J]. 高等学校化学学报, 1993, 14(10): 1399 - 1401.
- [16] 王彦广, 陈耀祖, 肖新亮, 等. 氟尿嘧啶自旋标记衍生物的合成与抗肿瘤活性[J]. 高等学校化学学报, 1995, 16(6): 896 - 899.
- [17] 毛曼君, 田暄, 陈耀祖. 5-氟尿嘧啶自旋标记衍生物的合成及其抗肿瘤活性研究[J]. 高等学校化学学报, 1998, 19(3): 395 - 398.
- [18] 蒋挺大. 甲壳素[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996, 376 - 468.
- [19] OUCHI T, BANBA T, FUJIMOTO M, et al. Synthesis and antitumor activity of chitosan carrying -5- fluorouracils [J]. Makromol Chem., 1989, 190(8): 1817.
- [20] 杨福顺, 卓仁禧. 侧链含 5-氟尿嘧啶甲壳胺的合成及其抗肿瘤活性研究[J]. 高分子学报, 1990, (3): 332 - 338.

(责任编辑 刘存英)

(上接第 84 页)

## 参考文献:

- [1] BAXTER L F, FERGUSON N, MACBETH D K, et al. Getting the message across supplier quality improvement programs: some issue in practice[J]. International Journal of Operations & Production Management, 1989, 9(5): 76 - 79.
- [2] 于洋, 孙宇博. 现代物流环境下的煤炭企业供应物流系统研究[J]. 煤炭经济研究, 2002, (5): 35 - 36.
- [3] 刘宏伟, 汝宜红, 蔡云蛟. 我国煤炭开采企业采购模式研究[J]. 物流科技, 2006, (10): 128 - 131.
- [4] 刘璧. MRP 技术及其在煤矿物资采购中的应用[J]. 煤炭经济研究, 2003, (1): 44 - 45.
- [5] 关志民. 供应链环境下供应商选择方法及其应用研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2006.
- [6] 刘云. 信息工程基础[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1997.
- [7] 曹庆奎, 杨艳丽, 任向阳. 基于未确知理论的客户满意度评价模型研究[J]. 河北建筑科技学院学报, 2006, 23(1): 76 - 79.
- [8] 王元华, 曾凤章. 基于熵值法的顾客满意度测评[J]. 商业研究, 2004, (22): 11 - 13.
- [9] 曹庆奎, 蔡振禹, 段晓惠. 煤层顶板稳定性的加权灰关联评价模型[J]. 河北建筑科技学院学报, 2004, 21(2): 66 - 68.

(责任编辑 闫纯有)

作者: 曹庆奎, 李建光, 杨艳丽, CAO Qing-kui, LI Jian-guang, YANG Yan-li  
作者单位: 河北工程大学, 经管学院, 河北, 邯郸, 056038  
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版)   
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)  
年, 卷(期): 2008, 25(1)  
被引用次数: 9次

## 参考文献(9条)

1. BAXTER L F;FERGUSON N;MACBETH D K [Getting the message across supplier quality improvement programs:some issue in practice](#) 1989(05)
2. 于洋;孙宇博 [现代物流环境下的煤炭企业供应物流系统研究](#) 2002(05)
3. 刘宏伟;汝宣红;蔡云蛟 [我国煤炭开采企业采购模式研究](#)[期刊论文]-[物流科技](#) 2006(10)
4. 刘馨 [MRP技术及其在煤矿物资采购中的应用](#)[期刊论文]-[煤炭经济研究](#) 2003(01)
5. 关志民 [供应链环境下供应商选择方法及其应用研究](#)[学位论文] 2006
6. 刘云 [信息工程基础](#) 1997
7. 曹庆奎;杨艳丽;任向阳 [基于未确知理论的客户满意度评价模型研究](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2006(01)
8. 王元华;曾凤章 [基于熵值法的顾客满意度测评](#)[期刊论文]-[商业研究](#) 2004(22)
9. 曹庆奎;蔡振禹;段晓惠 [煤层顶板稳定性的加权灰关联评价模型](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2004(02)

## 引证文献(9条)

1. 王书吉, 费良军, 雷雁斌, 田伟 [灌区节水改造综合评估指标权重确定方法研究](#)[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2009(5)
2. 曹庆奎, 张方明, 王堃, 李娟 [基于支持向量机的供应链合作伙伴评价](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2009(1)
3. 刘海涛 [Gray-FAHP集成法在矿井瓦斯安全评价中的应用](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2009(3)
4. 王书吉, 姚兰, 李飞, 费良军 [综合赋权法在灌区节水改造评价中的应用](#)[期刊论文]-[辽宁工程技术大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(4)
5. 王书吉, 费良军, 雷雁斌, 田伟 [综合集成赋权法在灌区节水改造效益评价中的应用](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2008(12)
6. 谢道文, 施式亮 [基于云模型的煤炭企业物资供应商综合评价](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2013(6)
7. 王长青, 张一农, 许万里 [运用最小二乘法确定后评估指标权重的方法](#)[期刊论文]-[吉林大学学报\(信息科学版\)](#) 2010(5)
8. 薛俊锋, 李莉, 赵子月, 夏自强 [基于未确知测度的人才综合测评模型](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2012(4)
9. 曹庆奎, 李现美 [基于灰色-DEA的物流配送中心选址研究](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(社会科学版\)](#) 2013(4)